

БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОСМЕТИЧЕСКОЙ ОТОПЛАСТИКИ

Аветиков Давид Соломонович, д.мед.н., профессор

Стебловский Дмитрий Валерьевич, аспирант

Соколов Виктор Николаевич, д.мед.н., профессор

Талаш Роман Валентинович, клинический ординатор

**Кафедра хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии с
пластической и реконструктивной хирургией головы и шеи,
Высшее государственное учебное заведение Украины «Украинская
медицинская стоматологическая академия»**

Работа является фрагментом научно-исследовательской работы Высшего государственного учебного заведения Украины «Украинская медицинская стоматологическая академия» МЗ Украины, которая выполняется на кафедре хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии с пластической и реконструктивной хирургией головы и шеи: «Алгоритм хирургического и консервативного лечения больных, имеющих косметические дефекты тканей челюстно-лицевой области, инволюционный птоз кожи лица и шеи, болевые синдромы лица и профилактики образования патологических рубцово-измененных тканей», номер государственной регистрации 0114U001910.

Актуальность. С каждым годом растет количество людей, особенно женщин, которые более тщательно относятся к своей внешности. Этот фактор увеличивает количество потенциальных пациентов и приводит к бурному развитию реконструктивной и эстетической хирургии лица. Среди них особое место занимают пациенты с лопухостью, как врожденной деформацией ушной раковины.

На сегодняшний день существует большое количество методик по устранению данной патологии, но ни одна из них не гарантирует оптимального косметического эффекта и не учитывает биомеханические свойства кожно-жировых лоскутов с фиброархитектоникой кожи, что в дальнейшем может привести к негативным результатам оперативных вмешательств, в первую очередь образования патологических рубцов кожи.

Целью исследования было определить оптимальные границы деформации кожно-жировых лоскутов сосцевидной области и установить оптимальные направления вектора приложенной к лоскуту кожи силы при проведении косметической отопластики.

Материалы и методы. Объектом исследования были кожно-жировые лоскуты, взятые из сосцевидной области у 35 пациентов с лопухостью разной степени во время иссечения избытков кожи. Лоскуты подвергались одноосному линейному растяжению.

В ходе исследования использовались следующие методы: испытание кожно-жировых лоскутов сосцевидной области на одноосное линейное растяжение с помощью разрывных машин, статистические методы обработки данных.

В качестве линейной реологической модели, описывающей механические свойства кожи, выбрана модель Кельвина, которая удовлетворительно описывает вязкоупругие свойства кожи.

Для нахождения точных решений системы уравнений нами использованы численные методы оптимизации. Данный алгоритм реализован при помощи системы компьютерной алгебры – Mathcad версия 14.

Результаты и их обсуждение. Для проведения изотонического эксперимента были отобраны два образца (лоскута) кожи, физические параметры которых соответствуют геометрии лоскутов мобилизуемых при проведении отопластики. Все лоскуты имели прямоугольную форму.

Размеры лоскута, соответствующего отопластике, имели значения:

длина $l_o = 8$ мм, ширина $w_o = 10$ мм, толщина $h_o = 0,9$ мм.

Здесь и далее применены индексы, обозначающие соответственно операцию: o – отопластика.

Растягивающие постоянные усилия, приложенные к образцам, были равны: 0,4 кг и 0,35 кг соответственно.

Статические механические напряжения в образцах определяются

выражением:

$$\sigma^o = \frac{F}{S} = \frac{F}{w \cdot h}.$$

Таким образом напряжения, рассчитанные по формуле, имеют значения:

$$\sigma_r^0 = 1,78 \cdot 10^5 \text{ Па}, \sigma_o^0 = 3,81 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Результаты изотонических экспериментов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты изотонического эксперимента.

$t, \text{ с}$	$l_o, \text{ мм}$	$\Delta l_o, \text{ мм}$	ε_o
0,0	8,0	0,0	0,0000
0,2	8,5	0,5	0,0625
0,4	9,0	1,0	0,1250
0,6	9,6	1,6	0,2000
0,8	10,3	2,3	0,2875
1,0	11,1	3,1	0,3875
1,4	11,9	3,9	0,4875
1,8	12,9	4,9	0,6125
2,6	15,1	7,1	0,8875
2,8	15,8	7,8	0,9750
3,0	16,4	8,4	1,0500
3,8	18,3	10,3	1,2875
4,6	18,9	10,9	1,3625
5,0	19,0	11,0	1,3750

Значения абсолютный удлинений Δl_i и деформаций ε_i рассчитываются по формулам: $\Delta l_i = l_i - l_1$, $\varepsilon_i = \frac{\Delta l_i}{l_1}$, где i – индекс, обозначающий номер измерения. Нами выдвинуто предположение, что геометрия свободных границ лоскута кожи является центральносимметричной, то есть свободные края кожи считаются дугами кругов соответствующих радиусов R и r (рис. 2).

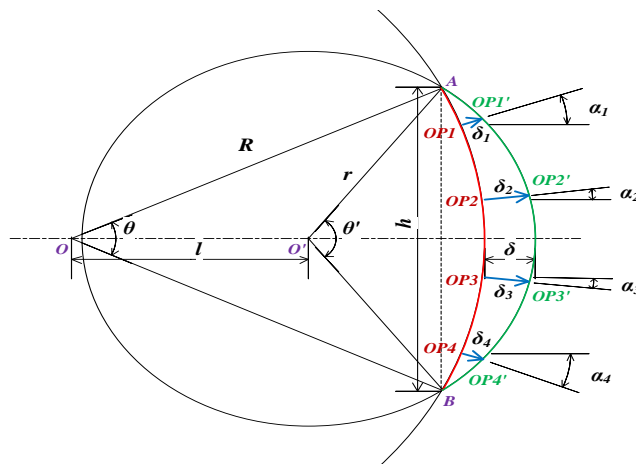


Рисунок 1. Модель деформации кожного лоскута и направления растягивающих усилий при проведении косметической отопластики

Исходные данные: радиус R , длина дуги $A-OP1-OP2-OP3-OP4-B$, обозначенная буквой S , максимальное смещение кожи δ вдоль оси OO' . Растягивающие усилия приложенные к точкам $OP1, OP2, OP3, OP4$.

Главным критерием определения направлений является равенство тангенциальных напряжений σ_τ областей $A-OP1', OP1'-OP2', OP2'-OP3', OP3'-OP4', OP4'-B$. В первом приближении тангенциальные напряжения пропорциональны σ_τ тангенциальным деформациям ε_τ указанных областей. Это предположение позволит определить координаты конечных точек $OP1', OP2', OP3', OP4'$ на основании исходных данных и координат точек $OP1, OP2, OP3, OP4$. Направления приложенных растягивающих усилий $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ и соответствующие радиальные смещения $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ определены формулами:

$$\delta_i = \sqrt{(x'_i - x_i)^2 + (y'_i - y_i)^2} = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}, \quad (1)$$

$$\alpha_i = \arctg\left(\frac{\Delta x_i}{\Delta y_i}\right),$$

где x'_i и y'_i – координаты точек $OP1', OP2', OP3', OP4'$

а x_i и y_i – координаты точек $OP1, OP2, OP3, OP4$ относительно точки O .

индекс $i = 1, 2, 3, 4$ отвечает номеру точки.

Координаты характерных точек определены по формулам:

$$x_i = R \cos(\theta_i), \quad y_i = R \sin(\theta_i), \quad x'_i = l + r \cos(\theta'_i), \quad y'_i = r \sin(\theta'_i), \quad (2)$$

где $l = R + \delta - r$,

угол θ_i определяется, как угол между прямой $OOPi$ и осью OO' ,

угол θ'_i определяется, как угол между прямой $O'OPi'$ и осью OO' .

Отметим, что радиус r определяется, как корень уравнения:

$$r \left(1 - \cos\left(\frac{\theta'_i}{2}\right)\right) - R \left(1 - \cos\left(\frac{\theta_i}{2}\right)\right) - \delta = 0. \quad (3)$$

Подставляя в уравнение (3) значения $\theta = S/R$, и учитывая соотношение между углами θ' та θ : $R \sin(\theta/2) = r \sin(\theta'/2)$, вытекающего из треугольников OAB и $O'A'B$, уравнение (8) переписывается в виде:

$$r - \sqrt{r^2 - R^2 \sin^2(S/2R)} - R(1 - \cos(S/2R)) - \delta = 0. \quad (4)$$

Получим решение этого уравнения:

$$r = \frac{(\delta + R(1 - \cos(S/2R)))^2 + R^2 \sin^2(S/2R)}{2(\delta + R(1 - \cos(S/2R)))}. \quad (5)$$

Условие равенства тангенциальных деформаций каждой области кожно-жирового лоскута запишется в виде: $\frac{s_j'}{s_j} = const$, (6)

Согласно геометрии лоскута: $s_1 = s_5 = 8$ мм, $s_2 = s_3 = s_4 = 15$ мм, откуда $S = \sum s_j = 61$ мм.

Можно доказать, что соотношение (6) превращается в: $\frac{\theta_i'}{\theta_i} = const$, откуда определяем соотношение между углами: $\theta_i' = \theta_i \frac{\theta'}{\theta}$,

где в силу симметрии $\theta_1 = -\theta_4 = \theta_2 + \frac{s_2}{R}$, $\theta_2 = -\theta_3 = \frac{s_3}{2R}$.

Проведем расчеты для $R = 65$ мм, $\delta = 8$ мм. $\theta = \frac{61}{65} = 0,938$ рад.

По формуле (5) определяем: $r = 36,26$ мм.

По формулам (1) и (2) находим окончательные значения деформаций и направлений приложения растягивающих усилий: $\delta_1 = \delta_4 = 3,61$ мм, $\delta_2 = \delta_3 = 7,51$ мм, $\alpha_1 = \alpha_4 = 19,93^\circ$, $\alpha_2 = \alpha_3 = 6,64^\circ$.

Вывод. Таким образом, на основе проведенных биомеханических исследований нами были определены оптимальные углы растяжение и направления вектора силы кожно-жировых лоскутов при проведении отопластики, обеспечивающих хирургические вмешательства с сохранением природных топографоанатомических соотношений тканей лица и шеи.